

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo University of Marine Science and Technology (東京海洋大学)

# 「ムサシトミヨ」と生息地「元荒川」の現状と課題

著者	荒井 大樹, 佐々木 剛
雑誌名	水圏環境教育研究誌
巻	5
号	1
ページ	52-58
発行年	2012-09-15
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1342/00000477/">http://id.nii.ac.jp/1342/00000477/</a>

# 「ムサシトミヨ」と生息地「元荒川」の現状と課題

荒井大樹（東京海洋大学）・佐々木剛（東京海洋大学大学院）

## 【要約】

本研究では埼玉県県の県魚として認定され、世界中でも埼玉県熊谷市元荒川にのみ生息が確認されている「ムサシトミヨ」の現状を明確にした上で、今後の課題と対策について考察した。現在、ムサシトミヨは唯一の生息地である元荒川にしか生息していないため、専門家の間では常に絶滅の危険性が指摘されている。また、県魚として1つのシンボルになっているにも関わらず、ムサシトミヨの認識が不十分であり、ムサシトミヨの保護活動に周囲の住民や行政の理解を得られないなどの問題が明らかになった。

今後、こうした課題を解決するには、ムサシトミヨとその生息環境に対する認識を高めるための「普及啓発活動」、「ムサシトミヨネットワーク」の確立が必要である。

## 【キーワード】

ムサシトミヨ、元荒川、普及啓発活動

## I はじめに

埼玉県熊谷市を流れる元荒川には、埼玉県の魚に指定されている魚「ムサシトミヨ（*Pungitius sp.*）」が生息している。ムサシトミヨとはトゲウオ目トゲウオ科トミヨ属に属する全長 3.5～6 センチ程度の淡水魚<sup>1)</sup>であり、湧き水を好み、水温が安定した水圏環境にのみ生息する。過去には東京都杉並区善福寺川、練馬区石神井公園内の三宝寺池、石神井川、三鷹市井の頭池、埼玉県内においては本庄市元小山川、熊谷市星川、熊谷市・行田市・旧吹上町元荒川、川越市新河岸川流域の仙波河岸、龍池弁財天などに生息していた記録<sup>2)</sup>が存在するが、2011 年 12 月現在では埼玉県熊谷市に流れる元荒川の源流及び上流域にのみ生息する希少魚種である。

しかし、埼玉県に住む県民の多くは県の木である「ケヤキ」や県の花である「サクラソウ」<sup>3)</sup>は認識していてもムサシトミヨが県の魚であることは十分に認識されていない。また、日常生活において興味関心を向ける対象にはなっていない。同属魚種のトゲウオ属の魚である「ハリヨ」に関しても、生息地である湧水湿地は常に人間にとって無意味な土地と映る<sup>4)</sup>ことから、生息地に対する意識不足による環境悪化の問題に直面しており、ムサシトミヨも同様に市街地に

流れる元荒川に生息するため、生活排水などの環境悪化が生じている。そのため、専門家の間では元荒川の環境変化により、絶滅する危険性が指摘されている<sup>5)</sup>。

本研究では以上の経緯を踏まえて、ムサシトミヨの現状を明確に分析した上で、希少魚種であるムサシトミヨの保全のあり方について検討した。

## II ムサシトミヨ及び生息地元荒川

### (1) ムサシトミヨの生態特性

ムサシトミヨは 1933 年東京都井の頭池で発見され、同年学会に初めて報告がされた。その後、1963 年に魚類学者である中村守純氏によって「ムサシトミヨ」という名前を付けられる<sup>6)</sup>。

ムサシトミヨとはトゲウオ目トゲウオ科トミヨ属に属する全長 3.5～6 センチ程度の淡水魚<sup>7)</sup>である。環境省のレッドデータブックにおいては絶滅危惧 I A 類、野生での絶滅の危険性がごく近い将来で最も高いと考えられている<sup>8)</sup>。現在、元荒川において約 15700 匹が生息する<sup>9)</sup>。

ムサシトミヨは冷たい湧水を水源とする細流で、水草（エビモやオランダガラシなど）の繁茂する環境に生息する。適水温は 10～18℃、生存限界水温は 22℃以下であり、水温変化の少ない湧水地域に生息し、水温変化がある河川には

生息しない。食性は雑食性であり、ミズムシ、ユスリカ、イトミミズなどの底性小動物を好んで食べる。

通常ムサシトミヨは暗緑色で体側に薄黒いまだらの模様をしているが、成熟した雄は腹部を中心に暗黒色が出現する個体や全体的に暗黒色化する個体など多様である。また、産卵期には婚姻色が出現し、雄は腹部の腹鰭棘が真珠のような光沢を帯びる。形態的特徴としては背鰭に8～9本、腹鰭に1対、臀鰭に1本の棘条と呼ばれる棘を持ち（主に敵から身を守る際や威嚇時に棘を立てる）、体表に鱗を持たず尾柄部に4～7枚の鱗板を持つ。近似する魚種に同じトミヨ属に属するイバラトミヨがいるが、体高が高く頭部が全体的に丸いことや、各鰭は橙黄色を帯び尾柄部が短いこと、体色が緑色を帯びるなどの点が異なる。

絶えず仔魚が確認できることから産卵期は周年であると考えられ、雄が水草などを支柱として使い水草の葉や根などを口にくわえて集め、直径3センチ程度の球形の巣を作る。雄は産卵期になると巣に貫通した穴をあけ、そこに雌を誘いこんで産卵させる。雄は雌の産卵後も巣の補修やファンニング行動で巣の中の卵へ新鮮な水を送り、営巣しながら次の産卵に備えて新しい穴をあける。卵を食害する外敵には雌親魚も多く、雄親魚はそれらの外敵を追い払い、稀に巣から落ちた卵塊やふ化仔魚を口にくわえて巣に戻すことも行う。卵がふ化し、稚魚が巣立つまで雄親魚は巣と子供を守る。卵は50～150粒の卵塊で、卵径は約1.6ミリと他の小型淡水魚と比べても大きい。10～14日程度でふ化し、ふ化仔魚は全長4ミリ程度からヨークサックを吸収し、全長7ミリ程度となって雄親魚の守る巣から離れる。生後約7ヶ月後には成熟し、産卵後死亡する個体が多いため1年魚とみられるが、稀に産卵に参加しない個体で2、3年生き続けるものもある。

また、京都府桂川水系と兵庫県加古川水系に生息していたミナミトミヨが世界のトミヨ属最南端に生息していたが、1960年に絶滅したといわれていることから現在は本種がトミヨ属最南端生息種となった<sup>10)</sup>。

## (2) 生息地・元荒川

元荒川は、埼玉県熊谷市佐谷田の荒川東岸付近の湧水に源を発する利根川水系中川支流の一級河川である。過去、荒川と利根川が合流していた時代の荒川本流である。南南東方向に流れ、行田市、鴻巣市、久喜市、桶川市、蓮田市、南埼玉郡白岡町、さいたま市岩槻区を經由し、越谷市中島で中川に合流する。また、白岡町柴山・蓮田市高虫付近で見沼代用水と立体交差する。

昭和30年代の高度成長期に地下水の汲み上げによる地下水涸渇や合成洗剤を含む生活排水がムサシトミヨの生息地に流入し、水質の悪化によって年々ムサシトミヨの生息地の数が減少していった。一方、埼玉県熊谷市元荒川の生息地では湧水を養鱒研究に利用した水産指導所熊谷養鱒地（現：熊谷市ムサシトミヨ保護センター）が1957年に熊谷市農政課の誘致により設立された（国の水産増養殖奨励規則）。その3年後に湧水が枯れ始めたため、地下水の汲み上げが行われるようになり、1964年の渇水時には既に地下水を汲み上げていた。更に1961年に試験地から下流200メートルの場所に民間の竹内養鱒場が設立され、1963年には支流に埼玉中央漁業協同組合養鱒場が設立。これらの施設も湧水の涸渇と共に地下水の汲み上げを行った。その結果、元荒川に一年中豊富な水が流れたため、昭和40年代までには生息場所が熊谷市だけになる中、ムサシトミヨは絶滅の危機から逃れることが出来たのである<sup>11)</sup>。

尚、2008年には元荒川のムサシトミヨ生息地が平成の名水百選に選定された。

## Ⅲ ムサシトミヨ及び元荒川の現状

### (1) 行政によるムサシトミヨの絶滅回避に向けた取り組み

1984年にムサシトミヨの生息地である元荒川最上流部は熊谷市の天然記念物として指定され、その後1991年に「元荒川ムサシトミヨ生息地」として県の天然記念物に指定された。ムサシトミヨ保護センターから下流約400メートルの区間が県指定天然記念物区域水路と指定されており、熊谷市が管理を行っている。また生

息基盤が脆弱であるムサシトミヨの生息維持のため、埼玉県環境部自然環境課の希少野生生物保護事業により日量約 5000 立方メートルの地下水を 2 基のポンプによって汲み上げ続けている。しかし、県指定天然記念物区域約 400 メートル以内では生活排水が流入しないように整備されているが、その下流では生活排水の流入などによる水質及び生息環境の悪化が続いており、絶滅の危機に瀕していることに変わりはない<sup>12)</sup>。

さらに同年には埼玉県の魚としての認定が行われるだけでなく、環境省のレッドデータブックにも登録された。現在ではごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高い絶滅危惧ⅠA 類に属している。その後、平成 8 年にはさいたまレッドデータブックへの掲載、2000 年には埼玉県希少野生動植物に指定<sup>13)</sup>され、採集の禁止や密漁者への法的措置、生体への法的な保護も行われるようになった。

2004 年にはムサシトミヨの保護・増殖を受け持っていた機関である埼玉県農林総合研究センター水産研究所熊谷試験地（旧：水産指導所熊谷養鱒地）が廃止され、同建物に熊谷市ムサシトミヨ保護センターを設置、増殖試験研究については埼玉県環境科学国際センターが引き継いだ。

また、2010 年に熊谷市議会がムサシトミヨを市の魚とする市民の請願を採択、認定がされた。

表 1 にムサシトミヨ及び、元荒川が関係した過去の主な出来事をまとめた。

表 1 ムサシトミヨと元荒川の軌跡<sup>14)</sup>

年号	活動
1933 年	東京都井の頭池で発見され、学会に初めて報告される
1941 年	熊谷郷土会誌で紹介される
1942 年	熊谷いろはかるたに取り上げられる
1957 年	埼玉県水産指導所熊谷養鱒試験地（現在の熊谷市ムサシトミヨ保護センター）が開設される
1960 年	埼玉県水産試験場熊谷試験地で夏と冬の湧水期に湧水がなくなり、地下水のくみ上げ

	が始まる
1961 年	元荒川源流部に竹内養鱒場がつくられる
1962 年	元荒川の支流に埼玉中央漁業協同組合養鱒場がつくられる
1963 年	魚類学者中村守純氏により、ムサシトミヨと名付けられる 埼玉県水産試験場熊谷試験地が完全にくみ上げの地下水になる
1973 年	日本野鳥の会埼玉支部が「幻の魚“ムサシトミヨ”」の保護対策について市へ陳情する
1983 年	さいたま水族館（埼玉県羽生市）がオープンし、常設展示と繁殖の取り組みが始まる
1984 年	ムサシトミヨの生息区域を、市の天然記念物に指定 さいたま水族館で特別点「トゲウオの仲間たち」が開催され、ムサシトミヨ保護の啓発を行う
1985 年	熊谷市立熊谷東中学校で増殖活動が始まる
1987 年	熊谷市立佐谷田小学校・熊谷市立久下小学校で増殖活動が始まる 「熊谷市ムサシトミヨをまもる会」ができる（発足当時は熊谷市久下ムサシトミヨをまもる会）
1988 年	88 さいたま博覧会で 72 日間の水槽展示を行う
1989 年	元荒川のムサシトミヨ生息地が環境庁「ふるさといきものの里」に認定される
1990 年	「ムサシトミヨ保全推進協議会」が発足する 埼玉県水産試験場熊谷支場で増殖試験研究が開始される
1991 年	レッドデータブック環境庁編に掲載される 「元荒川ムサシトミヨ生息地」として県の天然記念物に指定 埼玉県の「県の魚」に選ばれる
1996 年	さいたまレッドデータブックに掲載される
2000 年	埼玉県希少野生動植物種に指定される
2003 年	熊谷市ムサシトミヨをまもる会と久下小学校エコクラブが 2003 年「日本水大賞」を受賞する
2004 年	熊谷市ムサシトミヨ保護センターが設置される 埼玉県農林総合研究センター水産研究所熊

谷試験地が廃止され、埼玉県環境科学国際センター（旧埼玉県騎西町）が増殖試験研究を引き継ぐ

- |        |  |
|--------|--|
| 2006 年 | さいたま水族館で企画展「いま、日本の淡水魚があぶない！－水族館・動物園における希少淡水魚の保存」が開催され、ムサシトミヨの現状と保護活動の啓発を行う |
| 2008 年 | 元荒川ムサシトミヨ生息地が「平成の名水百選」に選定される   |
| 2010 年 | 熊谷市議会がムサシトミヨを「市の魚」とする請願を採択   |

## (2) ムサシトミヨの保護ならびに生息地の環境保全活動

発見当初は 1941 年の熊谷郷土会誌での紹介や 1942 年の熊谷いろはかるたへの取り上げなど、広報面での関連活動が行われていた程度であった。さらに既に生息地が減少していた 1960 年以降でも、ムサシトミヨが元荒川に生き残り続けてきた理由ともなっている埼玉県水産試験場熊谷支場の地下水の汲み上げや竹内養鱒場の設立があったが、各施設の目的とムサシトミヨの生存に直接の関係は無く、間接的にムサシトミヨの生息維持に関わった出来事であった。

直接的にムサシトミヨに対する活動として行われた出来事は既にムサシトミヨが熊谷市にしか生息していなかった 1973 年の日本野鳥の会埼玉支部による「幻の魚“ムサシトミヨ”」の保護対策に関する市への陳情である<sup>15)</sup>。この陳述書ではムサシトミヨの密漁を防ぐことや保護に向けての内容が書かれており、既にムサシトミヨが熊谷市にしか生息していないことから、その希少性を訴え保護活動の必要性を提案した。

また、社会教育施設としてはさいたま水族館が積極的に生息維持、普及活動に取り組んでいる<sup>16)</sup>。1983 年にムサシトミヨの常設展示と繁殖への取り組みを行い、以降 1984 年に特別展「トゲウオの仲間たち」、2006 年に企画展「いま、日本の淡水魚があぶない！－水族館・動物園における希少淡水魚の保存」というムサシトミヨに関する保全・啓発活動のイベントなどを精力的に実施している。

更に学校教育においてもムサシトミヨの飼育

を通した啓発活動が行われてきた。1985 年から熊谷市立熊谷東中学校、1987 年からは熊谷市立佐谷田小学校、熊谷市立久下小学校がムサシトミヨの増殖活動に取り組んでおり、各学校の生徒たちが参加する形でムサシトミヨの飼育を行っている。この活動は 2011 年現在まで続けられ、毎年ムサシトミヨの取り上げ<sup>17)</sup>を行うことで希少生物の繁殖といった活動を経験し個体数の増加という数値的な成果を出すだけでなく、ムサシトミヨ保護や元荒川保全に対する生徒たちへの啓発活動の機会となっている。

また「熊谷市ムサシトミヨをまもる会」（当時は熊谷市久下ムサシトミヨをまもる会）が 1987 年に発足、活動を開始し、現在までムサシトミヨの生息する元荒川の整備や保全に対する啓発活動、更には普及活動や他のムサシトミヨを用いた啓発活動を行う団体・機関への支援も行っている。

## (3) 繁殖試験と移植事業

埼玉県熊谷市ムサシトミヨ保護センターではムサシトミヨの生息維持活動以外に、1999 年から繁殖試験が行われている。ムサシトミヨの生態特性解明や繁殖行動、個体の増殖を目的として行われてきたが、現在は展示・貸出個体の増加、野生下のムサシトミヨ減少時などの緊急時のための放流個体の増加、及び移植事業用の個体の増加を目的として実施している<sup>18)</sup>。2011 年度は展示・貸出用の給餌繁殖個体が 2102 匹の増加、緊急時及び移植事業用の無給餌個体が 2218 匹の増加という結果であった。

また、2009 年より埼玉県環境科学国際センターによってムサシトミヨ移植事業が実施されている。移植場所は水質、生物相から移植適地とされる埼玉県本庄市「本庄フラワーパーク」が選定された<sup>19)</sup>。しかし、現在まで繁殖及び定着の兆しは無く、移植環境の更なる究明と整備、他の移植適地の探索が並行して行われている。

## IV 考察



### (1) ムサシトミヨ生息維持に向けた今後の課題

本研究を通して、ムサシトミヨの生息維持のための今後の主な課題として2つのことが考えられた。以下にその内容について記載する。

#### ① ムサシトミヨの普及啓発活動の必要性


ムサシトミヨや元荒川を保全し、絶滅回避や個体数、生息地の増加を目指す上で、多くの人の協力は必要不可欠である。これは保全活動を行う上での活動家の確保という課題だけでなく、元荒川という良好な環境に住むムサシトミヨの生息地・個体数を増加させていくために、生息地の周囲に住む住民や行政のムサシトミヨに対する理解が必要とされるからである。

しかしムサシトミヨの認識を高めるための活動を行う団体は少なく、それらの団体が開催するイベントに参加しない限り、現在、ムサシトミヨを知る機会も少ない。また近年は水圏環境に対しても興味が薄くなっているのが現状であり、今後も水圏環境への興味が薄くなり続けた場合、ムサシトミヨに関するイベントの参加者も減少していくと推測される。

ムサシトミヨの認識を高め保全活動を発展させるためには、ムサシトミヨに関する効果的な普及啓発活動、更には水圏環境への興味・関心を高める教育活動の増加が課題となる。ムサシトミヨを用いた学習会やイベント、「水圏環境を用いた教育（水圏環境教育）」などの増加によって多くの人がムサシトミヨや元荒川についての知識を持ち、保全のために必要であることら考えた上で積極的に保全活動に参加することがムサシトミヨの個体数増加に繋がると推測する。


#### ② 元荒川保全の必要性


元荒川最上流部約400メートルは県指定天然記念物区域水路に指定され、定期的な保全活動が実施されているが、県指定天然記念物区域水路以降では下水道の整備などが進んでいないことで生活排水が流入し、水質悪化が発生している。そのため、生息していると考えられる約15700匹のムサシトミヨの半分以上が県指定天然記念物区域水路に生息すると考えられている。しかし、近年、県指定天然記念物区域水路

に生息する個体数の過剰増加によって、生息範囲の個体密度の増加や近親交配による奇形個体の増加が問題となっている。そこで、生息範囲の拡大は個体数を増加させる目的だけでなく、現在生息する個体群を守るためにも必要とされる。

元荒川近郊では平成20年以降、行政によって下水道の整備や住宅の合併浄化槽の設置が進められているが設置が思うように進まず、未だに生活排水が流入している。今後、下水道や合併浄化槽の積極的な設置の受け入れのために必要性を認識してもらい、生息地である元荒川の徹底した保全を進めていくためには時間が必要なのが現状である。このような現状の改善のためにも、①のようなムサシトミヨの普及啓発活動を行い、周囲に住む人々や行政の理解によって保全活動の必要性を問い、更なる元荒川の保全に発展させることが、ムサシトミヨや元荒川を保全していくための重要な課題であると考ええる。

#### (2)「ムサシトミヨネットワーク」の確立による保全活動の発展

現在、トゲウオ科の魚、特に陸封淡水型の種には減少傾向にある個体が多く、魚自体や生息地の保全活動が求められている。そのような保全活動の発展のために、全国のトゲウオ科、主にハリヨを中心にして水環境を考えることを目的とした活動団体「はりんこネットワーク」が存在する。はりんこネットワークでは、トゲウオ科の各分布地の地域住民間で情報交換や各生息地の水環境の在り方に関する議論を行うことを重要視し、定期的に各分布地の保全・保護活動団体を集めフォーラムが開催されている。

このようなトゲウオに関するネットワークと同様に、埼玉県で「ムサシネットワーク」を構築することがムサシトミヨの未来という点で大きな効果をもたらすと推測する。ムサシトミヨは生息地が元荒川のみであるため常に絶滅の危機に瀕しており、ムサシトミヨの専門家は絶滅回避のための方策を模索している。そのため、埼玉県ムサシトミヨネットワークを確立し参加者の情報交換や学習会の実施などを行うこ

とができれば、ムサシトミヨの絶滅回避への支援という点やムサシトミヨの認識を高める普及啓発活動という点で大きな効果を期待できる。

また、保全・保護活動は「本来、プロフェッショナルなものであってはならない。行政や研究者が一応は指導的立場をとるかもしれないが、誰もが参加できるものでなくてはならない<sup>22)</sup>」とされ、生息地や保全・保護の対象生物に対する多くの人の認識が必要とされている。そのため、ムサシトミヨネットワークを通じた情報交換や学習会の実施によって、多くの人のムサシトミヨの知識を高め、ムサシトミヨの保護活動や生息地の保全活動に関心を持つ人を増やしていくことが、ムサシトミヨを通じた「専門家に頼ったプロフェッショナルな活動ではなく、誰もが参加しやすい保全・保護活動」の実現に繋がると考えられる。

以上のような点から、埼玉県ムサシトミヨネットワークの確立による情報交換やムサシトミヨを用いた普及啓発活動の増加が、今後、ムサシトミヨの生態的特徴の解明や保全活動の発展の上でも重要であると推測する。

## V 終わりに

本研究を通してムサシトミヨや生息地元荒川の現状を明確にした上で、今後、ムサシトミヨや元荒川を保護・保全していくためには多くの課題が存在することが分かった。ムサシトミヨや元荒川の整備の方向性を考える専門家の後継者の不在や、元荒川の整備を積極的に行っているボランティア団体「ムサシトミヨをまもる会」の高齢化等も、課題の一つとして挙げられる。そのため、保全・保護活動に参加する人を増やし、その中から新たな研究者を生み出すためにも①のようなムサシトミヨに関する学習会やイベントなどの普及啓発活動や、水圏環境教育の実施は必要になってくると考える。

最後に、近年ムサシトミヨの元荒川生息数は増加しているものの、埼玉県本庄市本庄フラワーパークで実施されている移植事業<sup>23)</sup>は成功しておらず、元荒川の環境の変化次第では絶滅の可能性は消えていない。したがって、ムサシトミヨや元荒川に対する認識を高め、保全という

面での促進に繋げていくためにも、今後もムサシトミヨや元荒川、水圏環境に関する継続した活動を実施したいと考えている。そして、同時に水圏活動について学ぶ人材を増やし、新たに水圏環境を担う人材の育成を目指し活動していきたい。

## 謝辞

本研究における計画、準備、実行にあたり快く全面的に協力をして頂きました、埼玉県環境科学国際センターの金澤光氏、小森啓子氏をはじめ、さいたま市立浦和別所児童センターの皆様は心より感謝致します。

また、本研究の推進にあたり、ご助言、ご協力を頂きました岐阜経済大学森誠一教授、ムサシトミヨをまもる会の皆様、ムサシトミヨの管理でお世話になりました岡崎成美氏、本研究での活動に協力してくださった水圏環境教育学研究の神崎かおりさん、和木美玲さん、三輪宏さん、さらに日本語コミュニケーション論研究室の黒田純平さんに感謝申し上げます。

最後にお世話になりました関係者各位に感謝申します。誠にありがとうございました。

## 【引用文献】

- 1) 埼玉県環境科学国際センター：「希少野生生物保護事業報告書（平成 21 年度）」，埼玉県環境科学国際センター，1-4，2010
- 2) 1) 前掲論文
- 3) 埼玉県：「埼玉県ホームページ」，<http://www.pref.saitama.lg.jp/>（参 照 2011-11-24）
- 5) 森誠一：「トゲウオ出会いのエソロジー 行動学から社会学へ」，203，地人書館，2002
- 4) 1) 前掲論文
- 6) 1) 前掲論文
- 7) 1) 前掲論文
- 8) 1) 前掲論文
- 9) ムサシトミヨ保全推進協議会：「みんなで守ろう県の魚ムサシトミヨ・世界で熊谷市だけに生きのこった奇跡の魚」，ムサシトミヨ保全推進協議会，1-4，2010
- 10) 1) 前掲論文
- 11) 1) 前掲論文
- 12) 1) 前掲論文
- 13) 1) 前掲論文
- 14) 9) 前掲論文
- 15) 熊谷市：「県の天然記念物『ムサシトミヨ』」，<http://www.360.jp/kumagaya/shizen/tomiyo.htm>（参 照 2012-6-15）

- 16) さいたま水族館ホームページ  
<http://www.parks.or.jp/suizokukan/index.htm>  
(参 照 2012-1-15)
- 17) 埼玉県熊谷市立久下小学校：「熊谷市立久下小学校ホームページ」,  
<http://www.kumagaya-kuge-e.ed.jp/>  
(参 照 2011-12-22)
- 18) 1) 前掲論文
- 19) 1) 前掲論文
- 20) 柏崎智子：「東京新聞 2010/5/29」  
(参 照 2012-7-3)
- 21) 森誠一：「トゲウオのいる川 淡水の生態系を守る」, 83-94, 中公新書, 1997
- 22) 21) 前掲論文
- 23) 9) 前掲論文